

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年10月23日 (23.10.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/126602 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 1/10 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/054504

(22) 国際出願日: 2008年3月12日 (12.03.2008)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2007-068444 2007年3月16日 (16.03.2007) JP

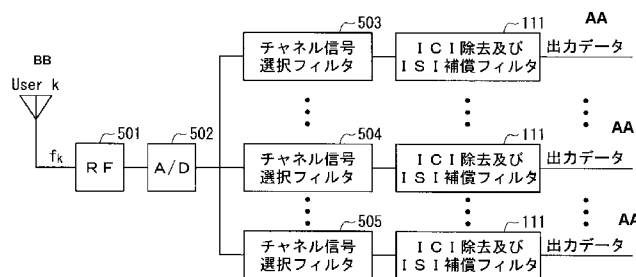
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ (NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): ベンジャブール アナス (BENJEBBOUR, Anass) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 浅井 孝浩 (ASAI, Takahiro) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 吉野 仁 (YOSHINO, Hitoshi) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 古野 辰男 (FURUNO, Tatsuo) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 大矢 智之 (OYA, Tomoyuki) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目1番1号 山王パーク
[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, TRANSMISSION DEVICE, RECEPTION DEVICE, AND COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法

[図13]



503 CHANNEL SIGNAL SELECTION FILTER
504 CHANNEL SIGNAL SELECTION FILTER
505 CHANNEL SIGNAL SELECTION FILTER
111 ICI REMOVAL AND ISI COMPENSATION FILTER
AA OUTPUT DATA

(57) Abstract: Provided is a communication system which can realize a high frequency use efficiency without requiring cooperation between a plurality of users. The communication system performs communication by using frequency channels set by dividing a frequency band. The communication system mutually overlaps the frequency channels adjacent on the frequency so as to allow an inter-channel interference. Alternatively, a transmission/reception device transmits and receives a signal by allowing an inter-code interference at a waveform level in each of the channels in order to narrow the band width dedicated to each of the frequency channels. The transmission/reception device includes an ICI removal and an ISI compensation filter (111) which functions as an ICI removal filter for removing an inter-channel interference or an ISI compensation filter for compensating the inter-code interference at the waveform level in each of the frequency channels.

(57) 要約: 複数のユーザが協調する必要なく、かつ高い周波数利用効率を実現可能な通信システムを提供する。周波数帯域を複数の周波数チャネルに分割して設定された周波数チャネルを使って通信する通信システムが周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせてチャネル間干渉を許容させる、あるいは各周波

[続葉有]



WO 2008/126602 A1



タワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP).

NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(74) 代理人: 森 哲也, 外(MORI, Tetsuya et al.); 〒1010032 東京都千代田区岩本町二丁目 3 番 3 号 友泉岩本町ビル 8 階 日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

数チャネルの占有帯域幅を狭めるために各チャネルにおいて波形レベルでの符号間干渉を許容させて信号を送受信する送受信装置が、チャネル間干渉の除去するICI除去フィルタ、各周波数チャネルにおける波形レベルでの符号間干渉を補償するISI補償フィルタの少なくともいずれかとして機能するICI除去及びISI補償フィルタ111を備えるよう構成する。

明 細 書

通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法にかかり、特に複数のユーザが互いに協調することなく、1または複数の周波数チャネルを使って通信する環境に適用される通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法に関する。

背景技術

[0002] 複数のユーザの信号は、多重化されて基地局に送信される。多重化の技術は、多元接続とも呼ばれる。多元接続の方法としては、FDMA(Frequency Division Multiple Access)、OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)がよく知られている。FDMAは、スペクトラムの限られた周波数の範囲を周波数軸上で分割し、分割された周波数を各ユーザに割り当てて多重化して送信する方式である。また、OFDMAとは、直交周波数分割多重と訳され、隣接された周波数を有するスペクトラムを互いに直交させる方式である。

[0003] OFDMAについて記した公知文献としては、例えば、非特許文献1、非特許文献2が挙げられる。また、FDMAについて記された文献としては、例えば非特許文献3、非特許文献4が挙げられる。

OFDMA、FDMAでは、いずれも、複数のデータストリームを並列に伝送するため、各ストリームを各々1つの周波数チャネルを使って伝送する。このため、各周波数チャネル(周波数帯域)間の干渉を防ぐため、以下のように構成されている。

[0004] 図20に、OFDMAの周波数スペクトラムを示す。図20では、OFDMA周波数スペクトラムの一例として、システム総帯域幅 W 内に、6個の周波数チャネルが存在する場合を図示している。OFDMAでは、複数のユーザ(ユーザ1～M)が、各々図20に示した複数のスペクトラムのうちのいくつかを使用してデータを伝送する。(図20では、ユーザ1が二つの周波数チャネルを使用し、ユーザkが一つの周波数チャネルを使用し、ユーザMが三つの周波数チャネルを使用した場合の例を示している。)OFDMAでは、隣接する周波数チャネルをオーバーラップさせることにより、システムの総

帯域幅を小さくすることができ、

周波数の利用効率を高めることができる。しかしながら、隣接する周波数チャンネル間の直交性を保つために、複数のユーザが伝送において時間同期をとる必要がある。非特許文献1、非特許文献2には、ユーザ同士が伝送において協調できない場合、信号の直交性が崩れてデータ伝送の特性が大きく劣化することが記載されている。

[0005] 図21は、FDMAのスペクトラムを示した図である。図21ではFDMA周波数スペクトラムの一例として、システム帯域幅 W_2 内に、6個の周波数チャンネルが存在する場合を図示している。非特許文献3に示されるように、FDMAでは、隣接する周波数チャンネル間にガードバンドを設けることにより、各ユーザが使用する周波数チャンネル間での干渉を防ぐ。その結果、FDMAのシステム総帯域幅はOFDMAよりも大きくなってしまいが、ユーザ間での時間同期は不要という利点がある。しかしながら、FDMAでは、各チャンネルの信号品質を維持するため、各周波数チャンネルにおいて符号間干渉が生じない信号波形を用いる必要がある。このような波形レベルでの符号間干渉を防ぐためには、信号のパルス波形をナイキスト基準に基づいて整形する。

[0006] FDMAにおいて、システム総帯域幅を小さくすることにより周波数利用効率を高めるには、周波数チャンネルの間隔をより小さくすることが望ましい。例えば、図22ではガードバンドを小さくすることにより周波数チャンネルの間隔を狭くした場合について示し、図23では各周波数チャンネルのパルス波形を急峻にすることにより、周波数チャンネル間隔を狭くした場合について示している。また、非特許文献4には、意図的に情報シンボルレベルでの符号間干渉を導入するPartial Response方式を用いることにより各周波数チャンネルの占有帯域を狭化する方法が記載されている。

[0007] なお、信号の整形は、パルス整形フィルタによって行われる。ただし、図23に示したように、周波数領域で急峻に立ち上がる形状に整形すると、時間応答の分散が大きくなるために、実際にそのようなフィルタを設計することは困難になる。したがって、パルスの整形には、周波数領域上における形状と整形されたパルスの時間分散の大きさの間にトレードオフの関係が存在する。

[0008] 非特許文献1: S.B.Weinstem and P.M.Ebet, "Data transmission by frequency-division multiplexing using the discrete Fourier transform," IEEE Trans. Commun., vol. 1

9, no. 5, pp. 628-34, Oct. 1971

非特許文献2:Burton R. Saltzberg, "Performance of an efficient parallel data transmission system," IEEE Trans. Commun., vol. 15, no. 6, pp. 805-811, Dec. 1967.

非特許文献3:J.G Proakis, "Digital Communications," pp.897-899.

非特許文献4:J.G Proakis, "Digital Communications," pp.561-568.

発明の開示

[0009] [発明が解決しようとする課題]

しかしながら、パルス波形を整形し、ガードバンドを設ける従来のFDMAでは、周波数の利用効率を充分高めることが困難であった。すなわち、波形整形では、パルス波形を急峻にするとシステムの総帯域幅を小さくすることができる。ただし、因果性によりパルス整形フィルタの実現性が難しい。このため、パルス波形を滑らかにする必要があつて、その結果としてシステムの総帯域幅を充分小さくすることができない。

[0010] また、OFDMAを用いた場合にはシステムの総帯域幅を小さくすることができるが、各ユーザ間の時間同期を確立する必要があるため、複数のユーザ間で協調が必要となる。

また、Partial Response方式を用いて各周波数チャネルにおける帯域を狭化した場合、受信機において、受信信号にシンボルレベルでのISI (Inter-Symbol Interference:符号間干渉)があるため、シンボル復号する際に誤り伝播が生じ、受信特性が劣化するという問題がある。

本発明は、複数のユーザが協調する必要なく、かつ高い周波数利用効率を実現可能な通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法を提供することを目的とする。

[0011] [課題を解決するための手段]

以上の課題を解決するため、請求項1に記載の通信システムは、システムに割り当てられた周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信システムであつて、周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせることにより周波数チャネル間干渉を許容させて信号を送信する送信装置と、前記送信装置によって送信された信号を受信する受信装置と、を含み、前記受信装置は、送信された信号のうちのオーバーラップした周波数の領域で生じる

周波数チャネル間の干渉を除去するICI(Inter Channel Interference:隣接チャネル間干渉)除去手段を備えることを特徴とする。このような発明によれば、送信装置が複数の周波数チャネルを互いにオーバーラップさせて信号を送信することにより、システムに割当てられた周波数帯域をより多くの周波数チャネルで使用することができるので、周波数の利用効率を高めることができる。また、受信装置が、オーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャネル間の干渉を除去することができるので、受信信号の信号品質が低下することを防ぐことができる。

[0012] また、請求項2に記載の通信システムは、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信システムであって、周波数上で各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を許容させて信号を送信する送信装置と、前記送信装置によって送信された信号を受信する受信装置と、を含み、前記受信装置は、送信された信号のうちの各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を補償するISI(Inter-Symbol Interference:符号間干渉)補償手段を備えることを特徴とする。このような発明によれば、送信装置がゼロISIの条件を満たさないパルスで信号を送信することが可能となることにより、各周波数チャネルの帯域を小さくすることができる。その結果、システムに割当てられた周波数帯域をより多くの周波数チャネルで使用することができるので、周波数の利用効率を高めることができる。また、パルス整形を行う上で、ゼロISIの条件を考慮する必要がないために、パルス整形を行うフィルタの設計実現性を高めることができる。

また、受信側でISI補償することができるから、受信信号の信号品質が低下することを防ぐことができる。

[0013] また、請求項3に記載の通信システムは、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って通信する通信システムであって、信号を送信する送信装置と、前記送信装置によって送信された信号を受信する受信装置と、を含み、前記送信装置が、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出する機能及び、周波数チャネルの利用状況についての情報を取得するスペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段と、前記スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段により得られた情報に基づいて、隣接する他ユーザ用の周波数チャネルに干

渉を与えることの可否及び、自ユーザがISIを許容することの可否を判断し、その判断の結果に基づいて、送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定するパルス形状・シンボルレート制御手段と、パルス形状・シンボルレート制御手段により決定された中心キャリア周波数により、送信信号の中心キャリア周波数を制御する中心キャリア周波数制御手段と、を備えることを特徴とする。このような発明によれば、送信装置が、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出し、当該周波数チャネルに隣接する他ユーザ用の周波数チャネルが干渉を許容することの可否を判断すると同時に、当該周波数チャネルを使用する自ユーザがISIを許容することの可否を判断し、判断の結果に基づいて、送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定することができる。このため、受信信号の信号品質をも考慮しつつ、周波数の利用状況に応じてより周波数利用効率が高いパルス波形の送信信号を送信することができる。

[0014] また、請求項4に記載の送信装置は、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って通信する送信装置であって、周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせた信号を送信する信号送信手段を備えることを特徴とする。このような発明によれば、通信に利用される周波数の利用効率を高めることができる。

[0015] また、請求項5に記載の送信装置は、請求項4に記載の発明において、前記信号送信手段により送信される前記信号の周波数チャネルと、隣接する周波数チャネルが、周波数軸上において、最大で余剰帯域幅までオーバーラップさせることを特徴とする。ここで、余剰帯域幅とは、前記信号のパルス整形後における信号帯域幅から、前記信号のシンボルレートの逆数で表されるナイキスト帯域幅を差し引いた周波数帯域幅を表す。このような発明によれば、周波数チャネル間の干渉を受信側で除去可能な範囲に抑えることができる。

[0016] また、請求項6に記載の送信装置は、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って信号を送信する送信装置であって、前記周波数チャネルはISIを許容して信号を送信する信号送信手段を備えることを特

徴とする。このような発明によれば、通信に利用される周波数の利用効率を高めると共に、周波数チャネルのパルス整形をするフィルタの実現性を高めることができる。

[0017] また、請求項7に記載の送信装置は、請求項6に記載の発明において、前記信号送信手段において許容されるISIについて、前記周波数チャネルがナイキスト帯域を下限としてパルス整形フィルタにより帯域制限されてから信号を送信することを特徴とする。このような発明によれば、各周波数チャネルにおける波形レベルのISIを受信側で補償可能な範囲に抑えることができる。

[0018] また、請求項8に記載の送信装置は、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って信号を送信する送信装置であって、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出する機能及び、周波数チャネルの利用状況についての情報を取得するスペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段と、前記スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段により得られた情報に基づいて、隣接する他ユーザ用の周波数チャネルに干渉を与えることの可否及び、自ユーザがISIを許容することの可否を判断し、その判断の結果に基づいて、送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定するパルス形状・シンボルレート制御手段と、パルス形状・シンボルレート制御手段により決定された中心キャリア周波数により、送信信号の中心キャリア周波数を制御する中心キャリア周波数制御手段と、を備えることを特徴とする。このような発明によれば、送信装置が、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出し、当該周波数チャネルに隣接する他ユーザ用の周波数チャネルが干渉を許容することの可否を判断すると同時に、当該周波数チャネルを使用する自ユーザがISIを許容することの可否を判断し、判断の結果に基づいて、送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定することができる。このため、受信信号の品質をも考慮しつつ、周波数の利用状況に応じてよりパルス整形フィルタによる周波数チャネル間隔および占有帯域幅を小さくした上で、高い周波数利用効率で信号を送信することができる。

[0019] また、請求項9に記載の受信装置は、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って送信された信号を受信する受信装置

であって、周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせることにより周波数チャネル間の干渉を許容させて送信された信号を受信し、受信された信号のうちのオーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャネル間の干渉を除去するICI除去手段を備えることを特徴とする。このような発明によれば、受信された信号の周波数チャネル間の干渉を除去することができるので、受信信号の品質が低下することを防ぐことができる。

[0020] また、請求項10に記載の受信装置は、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って送信された信号を受信する受信装置であって、各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を許容して送信された信号を受信し、受信された信号の各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を補償するISI補償手段を備えることを特徴とする。このような発明によれば、受信された信号の波形を補償することができるので、受信信号の信号品質が低下することを防ぐことができる。

[0021] また、請求項11に記載の通信方法は、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信方法であって、周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせて送信された信号を受信する受信ステップと、前記受信ステップにおいて受信された信号のうちのオーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャネル間の干渉を除去するICI除去ステップと、を含むことを特徴とする。このような発明によれば、送信側が複数の周波数チャネルを互いにオーバーラップさせて信号を送信することにより、周波数帯域をより多くの周波数チャネルで使用することができるので、周波数の利用効率を高めることができる。また、受信側はオーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャネル間の干渉を除去することができるので、受信信号の品質が低下することを防ぐことができる。

[0022] また、請求項12に記載の通信方法は、システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信方法であって、各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を許容させて送信された信号を受信する受信ステップと、前記受信ステップにおいて受信された信号のうちの各周波数

チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を補償するISI補償ステップと、を含むことを特徴とする。このような発明によれば、送信装置がゼロISIの条件を満たさないパルスで信号を送信することが可能となることにより、各周波数チャネルの帯域を小さくすることができる。その結果、システムに割当てられた周波数帯域をより多くの周波数チャネルで使用することができるので、周波数の利用効率を高めることができる。また、パルス整形を行う上で、ゼロISIの条件を考慮する必要がないために、パルス整形を行うフィルタの設計実現性を高めることができる。また、受信側でISI補償することができるから、受信信号の信号品質が低下することを防ぐことができる。

[0023] また、請求項13に記載の通信方法は、周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信方法であって、周波数チャネルの利用状況に基づいて、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出する機能及び、周波数チャネルの利用状況についての情報を取得するスペクトラム利用情報・ポリシー情報取得ステップと、前記スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得ステップにより得られた情報に基づいて、隣接する他ユーザ用の周波数チャネルに干渉を与えることの可否及び、自ユーザがISIを許容することの可否を判断する干渉・ISI可否判断ステップと、前記干渉・ISI可否判断ステップにおける判断の結果に基づいて、前記送信装置に送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定するパルス形状・シンボルレート制御ステップと、を含むことを特徴とする。このような発明によれば、送信装置が、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出し、当該周波数チャネルに隣接する他ユーザ用の周波数チャネルが干渉を許容することの可否を判断すると同時に、当該周波数チャネルを使用する自ユーザがISIを許容することの可否を判断し、判断の結果に基づいて、送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定することができる。このため、受信信号の信号品質をも考慮しつつ、周波数の利用状況に応じてより周波数利用効率が高いパルス波形の送信信号を送信することができる。

[0024] [発明の効果]

以上述べた本発明は、周波数チャネル間を狭めた信号を送信し、受信側で周波数チャネル波形を補償する、あるいは周波数チャネル間の干渉を除くことができる。ま

た、自装置が送信する信号を、状況に応じて他の周波数チャンネルに干渉させる、及び・または自周波数チャンネルに波形レベルの符号間干渉を許容することができる。このため、複数のユーザが協調しなくても、周波数の利用効率が高く、しかも信号品質が低下しない通信システム、送信装置、受信装置、通信方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0025] [図1]本発明の実施形態1のICI除去法について説明するための図である。
- [図2]Cyclic Wienerフィルタの概略を説明するための図である。
- [図3]FSEフィルタの概略を説明するための図である。
- [図4]本発明の実施形態1の周期定常性について説明するための図である。
- [図5]本発明の実施形態2のゼロISI信号の生成法について説明するための図である。
- [図6]本発明の実施形態1ないし実施形態4の通信システムを説明するための図である。
- [図7]本発明の実施形態1において、複数のユーザによって使用される周波数チャンネルがオーバーラップしている状態を示した図である。
- [図8]本発明の実施形態1の受信装置を説明するための図である。
- [図9]本発明の実施形態1のICIの許容範囲を説明するための図である。
- [図10]本発明の実施形態2の受信装置の構成を説明するためのブロック図である。
- [図11]本発明の実施形態2のISI補償によって周波数チャンネルの帯域を狭められる許容範囲を説明するための図である。
- [図12]本発明の実施形態2のISI補償の手順を説明するための図である。
- [図13]本発明の実施形態3の受信装置の構成を説明するためのブロック図である。
- [図14]本発明の実施形態3の受信装置でパルス波形を整形するのに好適な周波数チャンネルを示した図である。
- [図15]本発明の実施形態1ないし実施形態3の受信装置でなされる通信方法を示すフローチャートである。
- [図16]本発明の実施形態1ないし実施形態3によって得られる効果を比較するため

の図である。

[図17]本発明の実施形態4の送信装置の構成を説明するためのブロック図である。

[図18]図17に示した送受信装置の他の構成例を示した図である。

[図19]実施形態4の通信方法を説明するためのフローチャートである。

[図20]一般的なOFDMAのスペクトラムを示した図である。

[図21]一般的なFDMAのスペクトラムを示した図である。

[図22]周波数チャンネル間隔を小さくするためガードバンドを小さくした場合の例を示した図である。

[図23]周波数チャンネル間隔を小さくするためパルス波形を急峻にした例を示した他の図である。

符号の説明

- [0026] 101a、101b 基地局
 102a、102b 送受信装置
 103a、103b、104a、104b、104c 携帯電話機
 111 ICI除去及びISI補償フィルタ
 151、161 送信ユニット
 152 データ生成・変調部
 153 パルス整形部
 154 D/A変換器
 155、501 RF部
 157 スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得部
 158 パルス形状・シンボルレート制御部
 159 中心キャリア周波数制御部
 401 送受信部
 502 A/D変換部
 503、504、505 チャンネル信号選択フィルタ
 506 ICI除去フィルタ
 801 ISI補償フィルタ

発明を実施するための最良の形態

[0027] 以下、本発明の実施形態1ないし実施形態4を、図面を参照して説明する。なお、各実施形態の説明において、同様の構成については一部図示及び説明を略す。また、先に示した図の構成と同様の構成については同様の符号を付して示す。

1 理論

先ず、本発明の実施形態の説明に先立って、実施形態1ないし実施形態4において実行される干渉除去のための信号処理の理論について説明する。

実施形態1は、多地点にある各ユーザーの通信端末装置から送信されるデータを、無線通信を行う環境で効率良く多重化する、多元接続に適用される。以下、通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法の説明に先立って、本発明の多元接続の原理について説明する。

[0028] (1)ICIの除去

先ず、ICI(Inter-Channel Interference)を除去する方法について説明する。実施形態1でのICIの除去は、送信側でゼロISIを満たし、かつ周波数チャネルを互いにオーバーラップさせることによって周波数チャネル間隔を小さくした場合にチャネル間の干渉であるICIが生じるためになされるものである。

[0029] 図1(a)、(b)、(c)は、本発明の実施形態1のICI除去の理論を説明するための図である。ICIの除去は、周期定常性を利用できるCyclic WienerフィルタあるいはFSE(分数間隔等化器:Fractionally Spaced Equalizer)フィルタ等の周知のフィルタによって実現できる。

ICI除去のための適応フィルタとしては、信号の周期定常性を利用して、隣接する周波数チャネルとのオーバーラップによって干渉を受けるナイキスト帯域幅外の周波数成分(余剰帯域幅周波数成分)を、干渉の影響を受けていないナイキスト帯域幅周波数成分を用いて復元するものである。

[0030] 図2は、Cyclic Wienerフィルタの概略を説明するための図である。また、図3は、FSEフィルタの概略を説明するための図である。図2に示されるように、Cyclic Wienerフィルタは、並列に接続された複数のFSEフィルタ201を含み、FSEフィルタ201の出力が合成される。合成後の出力は所望信号から差し引かれ、誤差信号が生成される

。この誤差信号が小さくなるように、FSEフィルタ201の各フィルタ係数が調整される。

[0031] FSEフィルタ201は、図3に示されるように、入力されるオーバーサンプルされた信号を遅延させる一連の遅延要素301を有し、各々の出力に係数又はウエイト c_i を乗算して合成する。この一群の係数はタップ係数とも呼ばれる。なお、Cyclic Wienerフィルタ及びFSEフィルタ201は、例えば以下にあげた文献1、文献2に記載されているように、公知であるからこれ以上の説明を省くものとする。

[0032] 文献1 W. A. Gardner, “Exploitation of spectral redundancy” in cyclo stationary signals”, IEEE Signal Processing Magazine, vol. 8, no. 2, p p. 14–36, Apr. 1991

文献2 W. A. Gardner, “Cyclic Wiener filtering: theory and method”, IEEE Trans. Commun, vol. 41, no. 1, pp. 151–163, Jan. 1993

[0033] 図1(a)に示した例では、3つの周波数チャネルのうち、中央のPで表される周波数チャネルを処理するものとする。ここで、周波数チャネルPと、Pと隣接する周波数チャネルはオーバーラップする領域が存在するものとする。これにより、周波数チャネルPは、隣接する周波数チャネルから干渉の影響を受ける。信号の周期定常性により、図1(c)に示した範囲Dの周波数成分が範囲Bの周波数成分と相関が高く、範囲Cの周波数成分が範囲Aの周波数成分と相関が高い。このことから、本実施形態では、範囲Dの信号成分を範囲Bの信号成分を使って復元し、範囲Cの信号成分を範囲Aの信号成分を使って復元することができる。なお、図1(c)に示した周波数の範囲Eは、ナイキスト帯域を示している。

[0034] なお、ここで、周期定常性について簡単に説明する。図4(a)は、デジタル変換された信号がシンボル間隔 T_s で周期的に送られてくる状態を示している。図4(b)は、(a)に示した信号のスペクトラムを示した図である。(b)をパルス整形することによって(c)に示したパルス信号が得られる。(b)に示したスペクトラムの周期性により、(c)に示したパルス信号では、ナイキスト帯域幅内(B', D')の周波数成分と余剰帯域周波数成分(B, D)との間に相関がある。余剰帯域とは占有帯域からナイキスト帯域幅を取り除いた帯域をいう。

実施形態1では、この周波数成分の相関を利用し、周波数チャネルをオーバーラップさせることによりICIを許容し、チャネル間の干渉(ICI)を受信側で除去する。周波数チャネル間の干渉除去は、周波数チャネルごとになされ、ICI除去フィルタによって実行できる。

[0035] (2) ゼロISI

図5(a)、(b)は、実施形態2が、ISI(Inter-Symbol Interference : 符号間干渉)を除去してゼロISIの信号を生成するための方法を説明するための図である。図5(a)は、ゼロISIの条件を満たす例としてレイズドコサインパルスを示した図である。

[0036] 図5(a)は、横軸に周波数 f を、縦軸がパルスの周波数応答(Frequency Response)を示している。ナイキスト帯域幅 $[-0.5/T_s, 0.5/T_s]$ (シンボルレートが $1/T_s$ の場合)の境界線($\pm 0.5/T_s$)に対してVestigial symmetryが満たされる。Vestigial symmetryを満たす条件とは、図5(a)中に示したA、B、C、Dの領域の面積が全て等しくなる($A=B=C=D$)ことをいう。実施形態2では、 $A=B=C=D$ の条件を、ゼロISI条件と記す。

なお、ナイキスト周波数とは、シンボルレートの半分となる(シンボルレートが $1/T_s$ の場合には $0.5/T_s$ がナイキスト周波数となる)。0Hzを中心とした $-0.5/T_s$ から $0.5/T_s$ までの帯域をナイキスト帯域という。

[0037] 図5(b)は、(a)の $A=B=C=D$ の条件が満たされるパルスをサンプリングした例を示している。パルスの周波数応答は、エリアジングによって折り返され、折り返された信号が足し合わされて図5(c)に示すフラットにスペクトラムが得られる。すなわち、波形レベルのゼロISIが実現できるパルスの周波数応答は、サンプリング後にフラットスペクトラムになることがわかる。

実施形態2は、この点を利用したものである。すなわち、送信側では波形レベルでの(符号間干渉)ISIが生じることを許容して送信信号を多重化し、受信側で信号の波形レベルでのISIを補償して符号間干渉を除去する。

[0038] (実施形態1)

(通信システム)

次に、実施形態1の通信システムの概略について説明する。図6は、実施形態1、

実施形態4の通信システムを説明するための図である。実施形態1の通信システムは、周波数を複数の帯域に分割して設定された周波数チャネルを使って通信する通信システムである。

図示したように、本実施形態の通信システムは、基地局101a、101bと、基地局101a、101bを介して他の通信端末装置と通信する携帯電話機103a、103b、104a、104b、104cを有している。基地局101a、基地局101bが通信を管理できる範囲を各々通信管理エリアaと記す。

[0039] 携帯電話機103a、103bは同じ事業者の携帯電話機であって、携帯電話機104a、104b、104cは、携帯電話機103a、103bの事業者と異なる事業者の携帯電話機である。なお、図6では、通信システムにおいて通信する通信端末装置を全て携帯電話機としたが、実施形態1はこのような構成に限定されるものではない。通信システムにおいて通信できる通信端末装置であれば、他のどのような通信端末装置をも適用することが可能である。

[0040] 基地局101a、101bは、送受信装置102a、102bをそれぞれ備えている。送受信装置102aは、携帯電話機103a、104a、104bが各々周波数チャネルを使って送信した信号を受信する。そして、受信された信号を多重化する。多重化された信号は、より上位レイヤの装置を介して基地局101bに送信される。

送信された信号は、送受信装置102bによって受信され、携帯電話機103bや携帯電話機104に送信され、受信される。

[0041] また、携帯電話機103a、103b及び携帯電話機104a、104b、104cも各々送受信部401を備えている。

実施形態1では、複数の携帯電話機の複数の送受信部401全体が送信装置であって、送受信装置102a、102bが受信装置として機能する。ただし、本発明は、このような構成に限定されるものでなく、送信装置が多元接続で無線信号を送信し、受信装置が送信された無線信号を受信する構成であれば、どのように送信装置、受信装置を構成してもよい。

[0042] (送信装置)

本発明の実施形態1の送信装置について説明する。前記したように、携帯電話機1

03aと携帯電話機104a、104bとは各々異なるユーザの携帯電話機である。このため、携帯電話機103aは、携帯電話機104a、104bと異なる1つまたは複数の周波数チャンネルを使って基地局101aと通信をしている。

ここでは一例として、携帯電話機103aの周波数チャンネルと携帯電話機104a及び104bの周波数チャンネルとは、周波数上で隣接している場合について説明する。また、実施形態1では、周波数チャンネルの各々はISIを生じないようにゼロISI条件を満たしているものとする。

[0043] 図7は、実施形態1の携帯電話機103a、104a、104bの信号の送信に使用される周波数チャンネルを示している。図7に示した周波数チャンネルは、ゼロISIの条件を満たしながら互いにオーバーラップしている。なお、周波数チャンネルのパルス整形フィルタについて、パルスがゼロISI条件を満たすよう、送信側の各送受信部401においてフィルタ整形されている。

[0044] すなわち、実施形態1の送信装置は、周波数上で隣接する複数の周波数チャンネルを互いにオーバーラップさせた信号を送信するものといえる。

また、送信信号の周波数チャンネルは、オーバーラップによって周波数チャンネル間隔が狭められている。受信側でICIを許容範囲内に収めるため、実施形態1では、オーバーラップ範囲を、余剰帯域幅までとした。

なお、実施形態1の送信装置は、複数の通信端末装置の集合に限定されるものではない。例えば、複数の周波数チャンネルをオーバーラップさせながら信号を送信する1つの構成であってもよい。

[0045] (受信装置)

図8は、実施形態1の受信装置を説明するための図である。受信装置は、送信された信号のうち、オーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャンネル間の干渉を除去するICI除去フィルタ506を備えている。このような構成において、ICI除去フィルタ506はICI除去手段に相当する。

また、受信装置は、複数のチャンネル信号選択フィルタ503、504、505、を備えている。このようなフィルタは、ユーザが複数の周波数チャンネルを使用している場合、送信された信号の周波数チャンネルを選択するための構成である。

[0046] すなわち、図8に示した受信装置は、例えば、ユーザkによって送信された信号を受信する。受信された信号は、RF部501によってダウンコンバージョンされた後、A/D変換器502によってデジタル変換される。ユーザkがM個の周波数チャネルを利用しているとすると、受信装置では、M個のチャネル信号選択フィルタを使ってユーザkが通信に用いた複数の周波数チャネルを抽出する。図8に示した例では、ユーザkが送信した信号がチャネル信号選択フィルタ504を通過している。

[0047] また、実施形態1では、受信後の周波数チャネルのパルス波形がゼロISIの条件を満たしている。ゼロISIの条件を満たすパルス整形は、実施形態1のように送信装置で予め行ってもよいし、受信装置に送信装置の図示しないパルス波形整形フィルタと協働してパルス波形を整形するフィルタを設けるものであってもよい。

また、各周波数チャネルがオーバーラップする周波数帯域を、余剰帯域幅内とすることにより、ICI除去フィルタ506が、余剰帯域幅内までのICIを除去することができる。図9は、ICIの許容範囲を説明するための図である。シンボルレートが $1/T_s$ 、パルス整形のロールオフ係数を α とした場合、図9に示すように、ICI許容範囲は $\alpha/2T_s$ として表される。

[0048] なお、ICI許容範囲は周波数チャネルを使って送信される信号の強度の影響を受け、パワーが他の周波数チャネルに影響を及ぼさない程小さい信号の周波数チャネルは、隣接する周波数チャネルのナイキスト帯域に干渉してもよい。

また、ICI除去フィルタ506には、周期定常性を利用したCyclic Wiener フィルタやFSEフィルタ等を使用することができる。

[0049] 以上述べた実施形態1によれば、送信側がISIゼロ条件を満たしながらオーバーラップした信号を送信し、受信側でオーバーラップによって生じるICIを除去して周波数チャネル間の干渉を除くことができる。このため、複数のユーザが協調しなくても、周波数の利用効率が高く、しかも信号品質が低下しない通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法を提供することができる。

[0050] (実施形態2)

次に、本発明の実施形態2について説明する。実施形態2は、パルス波形がゼロISI条件を満たさない周波数チャネルによる信号を受信し、受信装置の側でISI補償す

る受信装置である。なお、実施形態2では、送信側がパルス信号をオーバーラップさせることはしていない。

実施形態2では、携帯電話機103a、104a、104bの送受信部401は、複数の前記周波数チャネルのISIを許容して信号を送信する信号送信手段として機能する。

[0051] 図10は、実施形態2の受信装置の構成を説明するためのブロック図である。図10に示した受信装置は、図8に示した受信装置と同様に、RF部501、A/D変換器502を備えている。ただし、ICI除去フィルタ506に代えてISI補償フィルタ801を備えている点で相違する。ISI補償フィルタ801は、本実施形態のISI補償手段となる。

ISI補償フィルタは、周期性定常性を利用した適応フィルタを使って実現できる。適応フィルタとしては、例えば、Cyclic WienerフィルタやFSEフィルタ等を使用することができる。

[0052] 図11(a)は、実施形態2の受信装置に受信される信号を説明するための図である。図示した周波数チャネルは、パルス形状がゼロISI条件を満たしていない。このような信号は、ISIの影響により受信後の信号特性が低く、正確に情報を伝達することができないおそれがある。実施形態2は、このような信号を受信した場合にも、受信側でISIを補償することによって信号品質が高く、かつ周波数の利用効率が高い通信を実現するものである。

[0053] 図11(b)、(c)は、ISI補償によって周波数チャネルの帯域を狭められる許容範囲を説明するための図である。図11(b)は、実施形態2の方法を用いないゼロISI条件を満たす場合の周波数チャネルの形状を表している。この場合、シンボルレートを $1/T_s$ 、ゼロISI条件を満たすためのロールオフ係数を α とすると、周波数チャネルの帯域幅は $(1 + \alpha)/T_s$ となる。図11(c)は、実施形態2の方法を用いて、周波数チャネルの帯域幅を最も小さくした場合を表している。この場合、周波数チャネルの帯域幅は、ナイキスト帯域幅($=1/T_s$)まで狭められる。これにより、周波数チャネルの帯域幅を最大 α/T_s まで狭めることができる。

[0054] 図12は、実施形態2のISI補償の手順を説明するための図である。実施形態2のISI補償は、図12(a)に示した3つの周波数チャネルのうち、中央のPで表される周波数チャネルを処理するものとする。チャネル信号選択フィルタを用いて、処理対象となつ

ている周波数チャネルPを抽出し(図12(b))、抽出された周波数チャネルPのISI成分をISI補償フィルタ801によって補償する。その結果、ISI補償フィルタ801からは、ゼロISI条件を満たすように調整された信号が出力される(図12(c))。

[0055] なお、実施形態2によってゼロISI条件を満たすよう整形するのに好適なパルスとして、以下の2式を満たすパルスが挙げられる。

$$\begin{aligned} X(f) &= \cos(\pi f T_s / (1 + \alpha)) \quad \text{for } |f| < (1 + \alpha) / 2 T_s \\ &\text{and} \\ X(f) &= 0 \quad \text{for otherwise} \end{aligned}$$

このようなパルスの特徴は、余剰帯域幅(α / T_s)が比較的小さく、かつ、パルス波形の形状が比較的滑らかである点である。

[0056] 以上述べた実施形態2によれば、送信装置がゼロISIの条件を満たさないパルスで信号を送信することが可能となることにより、各周波数チャネルの帯域を小さくすることができる。その結果、システムに割当てられた周波数帯域をより多くの周波数チャネルで使用することができるので、周波数の利用効率を高めることができる。また、パルス整形を行う上で、ゼロISIの条件を考慮する必要がないために、パルス整形を行うフィルタの設計実現性を高めることができる。

[0057] (実施形態3)

次に、本発明の実施形態3について説明する。実施形態3は、実施形態1と実施形態2とを組み合わせる構成される受信装置であって、受信装置の側にICIを除去するフィルタとISIを補償するフィルタとを設けている。

図13は、実施形態3の受信装置の構成を説明するためのブロック図である。図13に示した受信装置は、図8、図10に示した受信装置と同様に、RF部501、A/D変換器502を備えている。そして、ICI除去及びISI補償フィルタ111を備えている。ICI除去及びISI補償フィルタ111は、前記したICI除去フィルタ506、ISI補償フィルタ801の機能を組み合わせたフィルタであって、適応フィルタを使って実現できる。適応フィルタとしては、例えば、Cyclic Wiener フィルタやFSEフィルタ等を使用することができる。

[0058] 図14は、実施形態3の受信装置でパルス波形を整形するのに好適な周波数チャネルを示した図である。図14の横軸は周波数を示していて、縦軸はパルスの周波数応答を示している。このような波形を有する周波数チャネルは、ゼロISI条件を満たすことなく、かつオーバーラップしている。

図13に示した受信装置に受信された信号は、RF部501によってダウンコンバージョンされた後、A/D変換器502によってデジタル変換される。さらに、チャネル信号選択フィルタのうちの対応するいずれかを通過する。そして、ICI除去及びISI補償フィルタ111によってICIの除去とISI補償される。

[0059] 以上述べた実施形態3によれば、送信側がゼロISIの条件を満たさないパルスでオーバーラップした信号を送信し、受信側でISI補償を行うと同時に、オーバーラップによって生じるICIを除去して周波数チャネル間の干渉を除くことができる。このため、各周波数チャネルの帯域幅を小さくすることができ、さらにオーバーラップして送信されることにより、システムに割当てられた周波数帯域をより多くの周波数チャネルで使用することができるので、周波数の利用効率を高めることができる。また、パルス整形を行う上で、ゼロISIの条件を考慮する必要がないために、パルス整形を行うフィルタの設計実現性を高めることができる。

このため、複数のユーザが協調しなくても、周波数の利用効率が高く、しかも信号品質が低下しない通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法を提供することができる。

[0060] (通信方法)

図15(a)、(b)、(c)は、以上述べた実施形態1ないし実施形態3の受信装置でなされる通信方法を示すフローチャートである。なお、図15(a)、(b)、(c)のフローチャートは、同様の処理を含む。図中では、同様の処理については同様の符号を付している。

図15(a)に示すように、実施形態1では、受信装置が送信装置から信号を受信する(S131)。そして、複数のチャネル信号選択フィルタを使い、受信したい信号の周波数チャネルを判定する(S132)。受信装置は、判定の結果得られた周波数チャネルに適したICI除去フィルタを使い、受信信号からICIを除去する(S133)。

[0061] また、実施形態2では、受信装置が送信装置から信号を受信する(S131)。そして、複数のチャネル信号選択フィルタを使い、受信したい信号の周波数チャネルを判定する(S132)。受信装置は、判定の結果得られた周波数チャネルに適したISI補償フィルタを使い、受信信号のISIを補償する(S134)。

さらに、実施形態3では、受信装置が送信装置から信号を受信する(S131)。そして、複数のチャネル信号選択フィルタを使い、受信したい信号の周波数チャネルを判定する(S132)。受信装置は、判定の結果得られた周波数チャネルに適したICI除去及びISI補償フィルタを使い、受信信号のICIを除去すると共にISIを補償する(S135)。

[0062] (実施形態1ないし3の比較)

図16は、以上述べた実施形態1ないし実施形態3によって得られる効果を比較するための図である。ここでは、図21に示したFDMAによる通信を従来方式1、図20に示したOFDMAによる通信を従来方式2と記す。また、実施形態1の通信方法を提案方式1、実施形態2の通信方法を提案方式2、実施形態3の通信方法を提案方式3と記している。

[0063] また、図16では、以上の5つについて、周波数利用効率、パルスの時間応答の分散の大きさ、チャネル間の干渉(ICI)の有無、符号間の干渉(ISI)の有無の4項目を比較している。図示したように、本実施形態1ないし3の通信方法あるいは通信システム、受信装置は、従来の技術と比較して周波数利用効率を向上し、パルスの時間応答の分散を小さくすることができ。また、ICIやISIあるいは両方とも許容して送信し、受信側でそれらを除去、補償して各周波数チャネルの信号を品質よく取り出すことができる。

[0064] (実施形態4)

次に、本発明の実施形態4について説明する。実施形態4の通信システムは、周波数チャネルを使って通信する通信システムであって、信号を送信する送信装置と、送信装置によって送信された信号を受信する受信装置とを備えている。実施形態4では、図6に示した送受信装置102bを送信装置、管理エリアa内の携帯電話機103b、104cを受信装置とする。

図17(a)、(b)は、実施形態4の送信装置の構成を説明するためのブロック図である。図17(a)は、送信装置の装置構成を示し、(b)は複数のユーザが複数の周波数チャネルを使用することを説明するための図である。

[0065] 図17(b)に示すように、多元接続では、複数ユーザ(ユーザ1, ..., ユーザN)が複数のマルチチャネル(例えばユーザkが $f_{k1}, f_{k2}, \dots, f_{kM}$ の周波数チャネルを使用する)を利用して複数のデータストリームを並列に伝送する。(b)は、横軸に周波数を示し、周波数の帯域が信号の周波数チャネルとして利用されていることを周波数軸上に記したスペクトラムによって示している。

図中、同じ網掛けは同じユーザによって使用されている周波数チャネルであることを示す。ここでは、ユーザ1が f_{11} と $f_{1k'}$ を使用し、ユーザkが f_{k1} と f_{kM} を使用している。図から明らかなように、ユーザは、1つまたは複数の周波数チャネルを使用している。

[0066] 図17(a)に示した送信装置は、ユーザごとに送信信号を生成し、パルス波形の整形をして送信する送信ユニット151を有している。送信ユニット151は、周波数チャネルごとに送信すべき情報のデータを生成し、データを使って信号を変調することにより送信信号を生成するデータ生成・変調部152、送信信号のパルス波形を整形するパルス整形部153、整形後のパルス波形をデジタル信号からアナログ信号に変換するD/A変換器154、アナログ化されたベースバンド信号をアップコンバージョンするRF部155、信号を送信するアンテナ156を備えている。

[0067] また、送信ユニット151は、スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得部157、パルス形状・シンボルレート制御部158、中心キャリア周波数制御部159を備えている。スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得部157は、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出する機能及び、他のユーザの周波数チャネルの利用状況、他のユーザがICIの除去の機能を備えているか否か等のポリシー情報を取得する機能を有する。

[0068] スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得部157は、以下の構成によって周波数チャネルの利用状況やポリシー情報を取得することが可能である。例えば、ユーザ同士が予めポリシー情報として周波数利用ポリシー(例えばユーザクラスのID、及び各ユーザクラスとのオーバーラップ可能か不可能かの情報)を共有するものとする。

各ユーザは、周波数上で隣接する周波数チャネルのスペクトラムからユーザクラスを判別する(例えばIDを推定)ことによって隣接する周波数チャネルの信号強度や仕様、ICIの除去機能の有無を判断することができる。ICI除去の機能を備えていると判断された場合には、この周波数チャネルにオーバーラップしてよいと判断することができる。

[0069] また、実施形態4では、ユーザ同士が情報交換するための制御チャネルを予め設けておくことができる。このようにすれば、制御チャネルを介して隣接する周波数チャネルのユーザに対するオーバーラップ等の可否を判断することができる。

さらに、周波数チャネルの利用状況や周波数利用ポリシーを逐次保存、更新するデータベースを設けておくこともできる。データベースには、どのユーザクラスがどのチャネルを利用しているかが登録され、各ユーザがそれにアクセスして隣接チャネルに対するオーバーラップの可否を判断することができる。

[0070] パルス形状・シンボルレート制御部158は、スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得部157によって取得された、現在使用されていない周波数チャネルの帯域情報及びスペクトラム利用情報を用いて、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を有効に使用できるよう、信号送信に利用する周波数チャネルの数、各周波数チャネルにおける中心キャリア周波数、シンボルレート、パルス形状を決定する。

[0071] 中心キャリア周波数制御部159は、パルス形状・シンボルレート制御部158において決定された、信号送信に利用する複数の周波数チャネルにおける、各周波数チャネルの中心キャリア周波数情報をRF部155に通知する。RF部155は、中心キャリア周波数制御部159から通知された各周波数チャネルの中心キャリア周波数情報に基づいてアップコンバートを行い、アンテナ156を介して信号を送信する。

以上の構成において、パルス形状・シンボルレート制御部158は、周波数チャネル決定手段、オーバーラップ可否判断手段、パルス条件決定手段として機能する。

[0072] 図18(a)は、図17(a)に示した送受信装置の他の構成例を示した図である。図18(a)に示した送信ユニット161は、D/A変換器154及びRF部155が1つのユーザに1つ設けられていて、複数の周波数チャネルで共用される点が図17(a)に示した構成と相違している。図18(a)に示した構成は、図17(a)の送信装置よりも部品点数を

低減でき、装置の小型、低廉化に有利である。

[0073] 図19は、実施形態4の通信方法を説明するためのフローチャートである。実施形態4の送信装置は、現在通信をしていないユーザ(新しいユーザ)が通信システムを使用して通信することの要求を受付ける(S171)。スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得部157は、周波数チャネルの空き状況を判定すると共に、周波数利用情報(周波数利用ポリシー)を取得する(S172)。

また、パルス形状・シンボルレート制御部158は、スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得部157によって取得された周波数利用ポリシーに基づいて、ステップS172によって空いていると判定された周波数チャネルに隣接する周波数チャネルにオーバーラップを加えることが可能な否か判断する(S173)。

[0074] ステップS173において、オーバーラップを加えることができないと判断された場合(S173:No)、さらに、パルス形状・シンボルレート制御部158は、受信装置がISIの補償機能を備えていて、自装置が送信する信号にISIを導入しても補償することが可能か否かを判断する(S174)。この判断の結果、受信側がISI補償をできない場合(S174:No)、送信信号を従来例のようISI導入をしないパルス波形(従来パルス形状)とすることを決定する(S176)。

[0075] また、ステップS174において、受信側がISI補償ができると判断された場合(S174:Yes)、パルス形状・シンボルレート制御部158は、送信信号を本発明の実施形態2で述べたパルス波形(提案パルス形状(2))とすることを決定する(S177)。

一方、ステップS173において、隣接する周波数チャネルにオーバーラップを加えることができると判断された場合(S173:Yes)、パルス形状・シンボルレート制御部158は、受信装置がISIの補償機能を備えていて、自装置が送信する信号にISIを導入しても補償することが可能か否かを判断する(S175)。

[0076] ステップS175の判断の結果、受信側がISI補償をできない場合(S175:No)、送信信号を本発明の実施形態1(提案パルス形状(1))で述べたパルス波形とすることを決定する(S178)。また、ステップS175において、受信側がISI補償ができると判断された場合(S175:Yes)、パルス形状・シンボルレート制御部158は、送信信号を本発明の実施形態3(提案パルス形状(3))で述べたパルス波形とすることを決定す

る(S179)。

[0077] パルス形状・シンボルレート制御部158は、決定されたパルス波形に基づいて、送信信号の中心キャリア周波数及びシンボルレートを決定する(S180)。

決定された中心キャリア周波数は、中心キャリア周波数制御部159によりRF部155に通知される。そして、受信装置側に決定されたパラメータのうち通信に必要なパラメータを通知すると共に通信を開始する(S181)。

[0078] 以上述べた実施形態4によれば、自装置が送信する信号を、状況に応じて他の周波数チャンネルに干渉させる、あるいは送信信号をオーバーラップさせることができる。また、受信側がISI補償可能な場合には、ISIを許容することで、周波数チャンネルの帯域幅を小さくすることができる。このため、複数のユーザが協調しなくても、周波数の利用効率が高く、しかも信号品質が低下しない通信システム、受信機、通信方法を提供することができる。

産業上の利用の可能性

[0079] 本発明は、複数のユーザが互いに協調することなく、1または複数の周波数チャンネルを使って通信する環境に適用される通信システム、送信装置、受信装置及び通信方法に適用できる。

請求の範囲

- [1] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信システムであって、
- 周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせることにより周波数チャネル間の干渉を許容させて信号を送信する送信装置と、
- 前記送信装置によって送信された信号を受信する受信装置と、
- を含み、
- 前記受信装置は、送信された信号のうちのオーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャネル間の干渉を除去するICI除去手段を備えることを特徴とする通信システム。
- [2] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信システムであって、
- 周波数上で各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を許容させて信号を送信する送信装置と、
- 前記送信装置によって送信された信号を受信する受信装置と、
- を含み、
- 前記受信装置は、送信された信号のうちの各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を補償するISI補償手段を備えることを特徴とする通信システム。
- [3] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って通信する通信システムであって、
- 信号を送信する送信装置と、
- 前記送信装置によって送信された信号を受信する受信装置と、
- を含み、
- 前記送信装置は、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出する機能及び、周波数チャネルの利用状況についての情報を取得するスペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段と、
- 前記スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段により得られた情報に基づいて、隣接する他ユーザ用の周波数チャネルに干渉を与えることの可否及び、自ユーザが

ISIを許容することの可否を判断し、その判断の結果に基づいて、送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定するパルス形状・シンボルレート制御手段と、

前記パルス形状・シンボルレート制御手段により決定された中心キャリア周波数により、送信信号の中心キャリア周波数を制御する中心キャリア周波数制御手段と、
を備えることを特徴とする通信システム。

- [4] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャンネルを使って通信する送信装置であって、

周波数上で隣接する複数の前記周波数チャンネルを互いにオーバーラップさせた信号を送信する信号送信手段を備えることを特徴とする送信装置。

- [5] 前記信号送信手段は、

前記信号の周波数チャンネル間のオーバーラップが周波数チャンネルの余剰帯域幅内とすることを特徴とする請求項4に記載の送信装置。

- [6] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャンネルを使って信号を送信する送信装置であって、

前記周波数チャンネルはISIを許容して信号を送信する信号送信手段を備えることを特徴とする送信装置。

- [7] 前記信号送信手段は、

前記信号送信手段が許容するISIについて、前記周波数チャンネルがナイキスト帯域を下限としてパルス整形フィルタにより帯域制限され、信号を送信することを特徴とする請求項6に記載の送信装置。

- [8] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャンネルを使って信号を送信する送信装置であって、

現在使用されていない周波数チャンネルの帯域を検出する機能及び、周波数チャンネルの利用状況についての情報を取得するスペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段と、

前記スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得手段により得られた情報に基づいて、隣接する他ユーザ用の周波数チャンネルに干渉を与えることの可否及び、自ユーザが

ISIを許容することの可否を判断し、その判断の結果に基づいて、送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定するパルス形状・シンボルレート制御手段と、

を備え、前記パルス条件決定手段によって決定された条件に基づいて生成された信号を送信することを特徴とする送信装置。

- [9] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って送信された信号を受信する受信装置であって、

周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせて送信された信号を受信し、受信された信号のうちのオーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャネル間の干渉を除去するICI除去手段を備えることを特徴とする受信装置。

- [10] システムに割当てられた周波数帯域を分割して設定された複数の周波数チャネルを使って送信された信号を受信する受信装置であって、

各周波数チャネルについて波形レベル符号間干渉を許容して送信された信号を受信し、受信された信号の各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を補償するISI補償手段を備えることを特徴とする受信装置。

- [11] 周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信方法であって、

周波数上で隣接する複数の前記周波数チャネルを互いにオーバーラップさせることにより周波数チャネル間の干渉を許容させて送信された信号を受信する受信ステップと、

前記受信ステップにおいて受信された信号のうちのオーバーラップした周波数の領域で生じる周波数チャネル間の干渉を除去するICI除去ステップと、

を含むことを特徴とする通信方法。

- [12] 周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信方法であって、

各周波数チャネルについて波形レベルでの符号間干渉を許容させて送信された信号を受信する受信ステップと、

前記受信ステップにおいて受信された信号のうちの各周波数チャネルについて波形レベル符号間干渉を補償するISI補償ステップと、

を含むことを特徴とする通信方法。

- [13] 周波数帯域を分割して設定される複数の周波数チャネルを使って通信する通信方法であって、

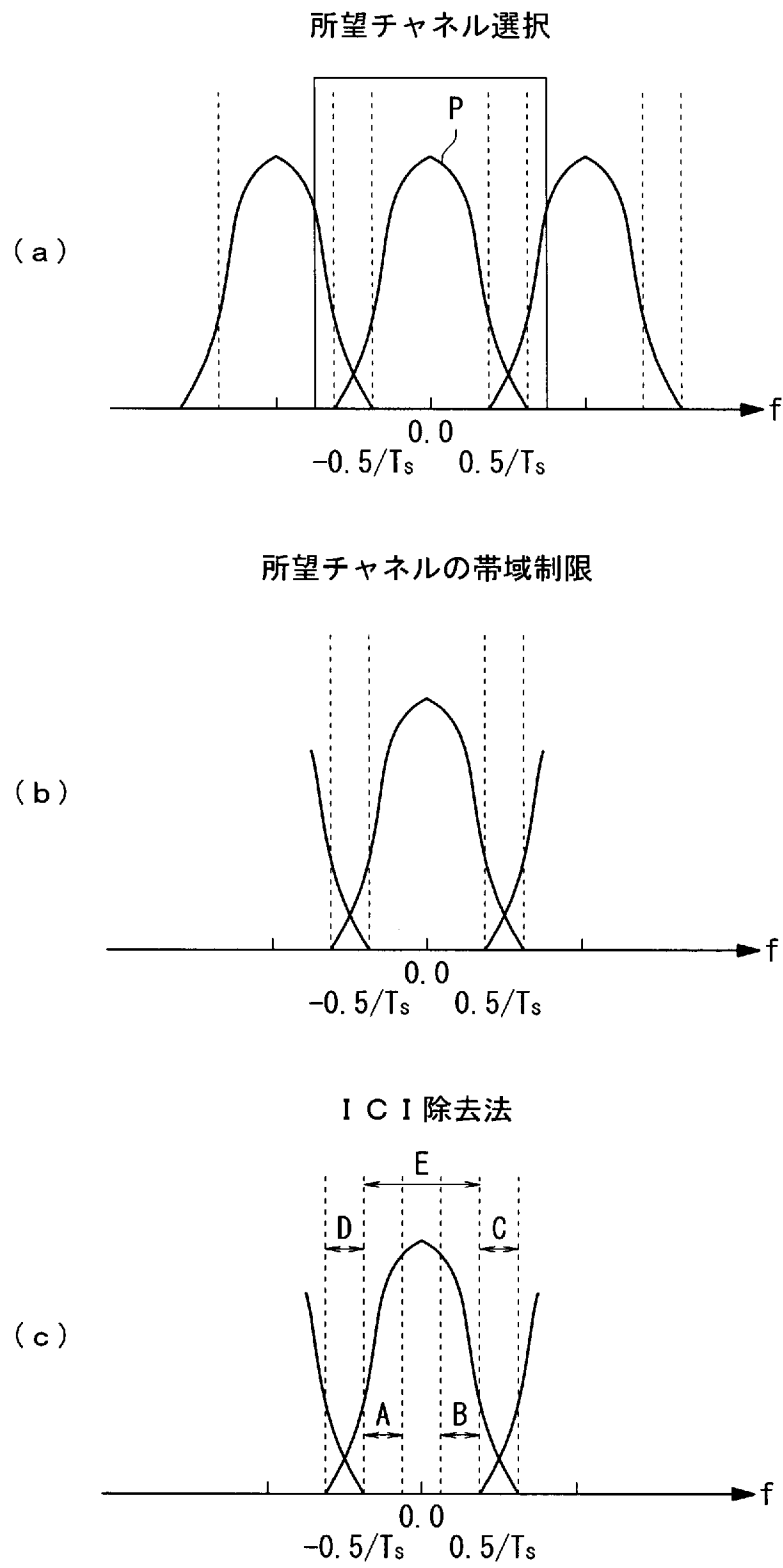
周波数チャネルの利用状況に基づいて、現在使用されていない周波数チャネルの帯域を検出する機能及び、周波数チャネルの利用状況についての情報を取得するスペクトラム利用情報・ポリシー情報取得ステップと、

前記スペクトラム利用情報・ポリシー情報取得ステップにより得られた情報に基づいて、隣接する他ユーザ用の周波数チャネルに干渉を与えることの可否及び、自ユーザがISIを許容することの可否を判断する干渉・ISI可否判断ステップと、

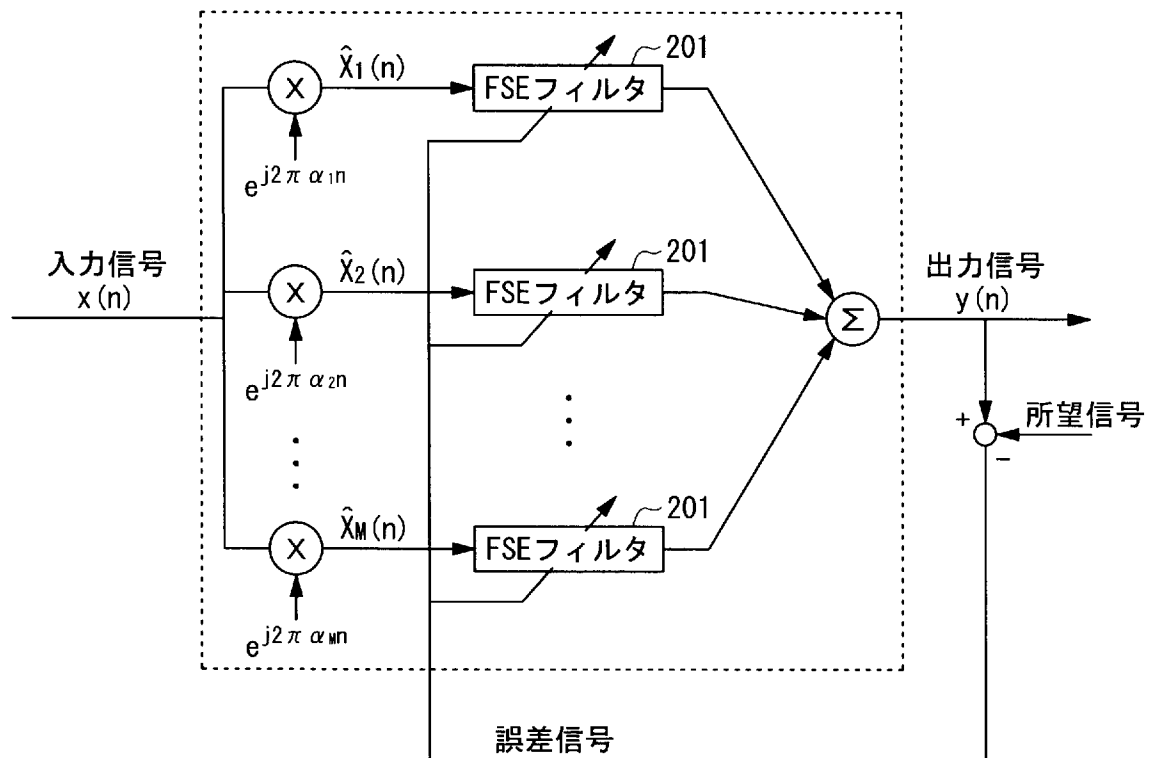
前記干渉・ISI可否判断ステップにおける判断の結果に基づいて、前記送信装置に送信される信号の中心キャリア周波数、シンボルレート、整形パルス形状の少なくとも1つを決定するパルス形状・シンボルレート制御ステップと、

を含むことを特徴とする通信方法。

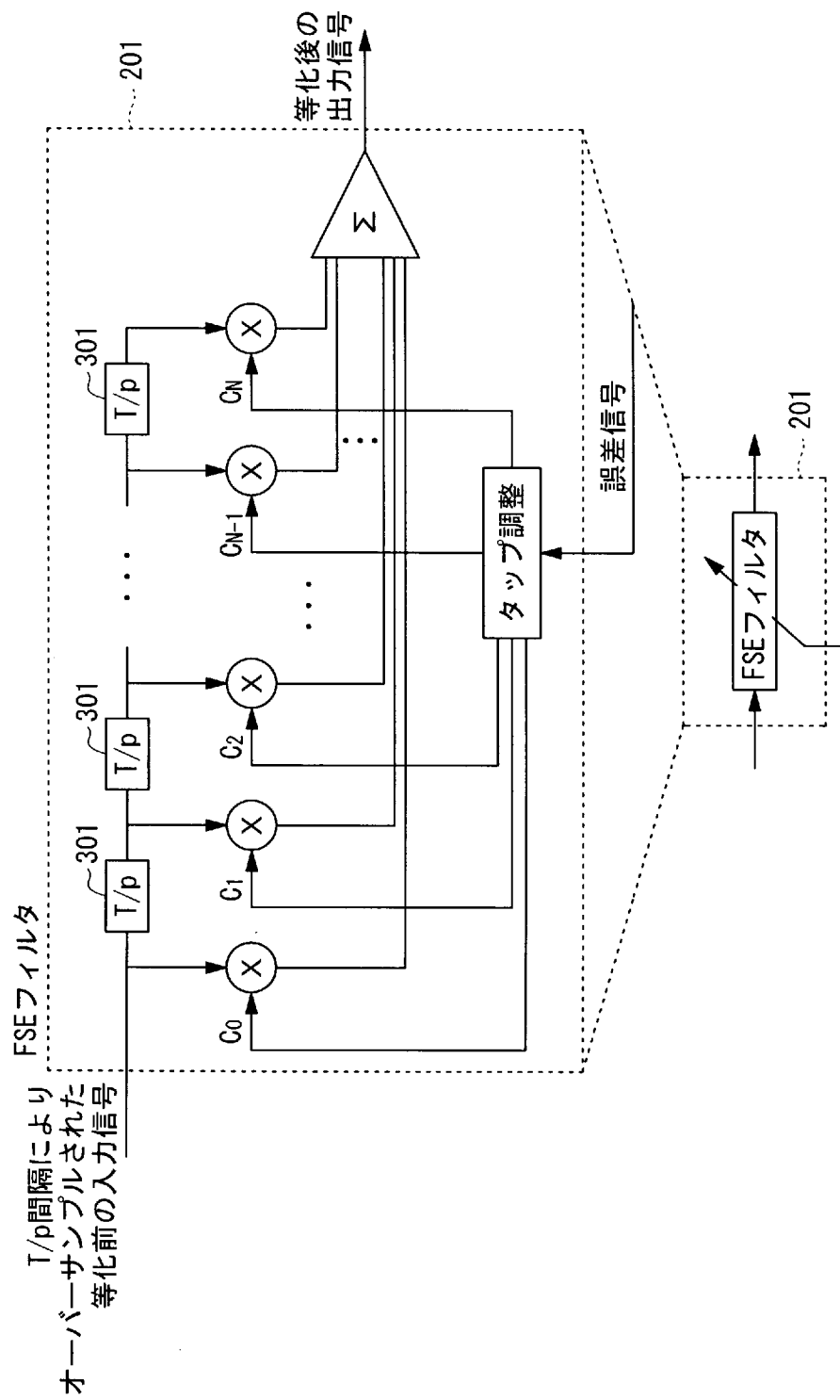
[図1]



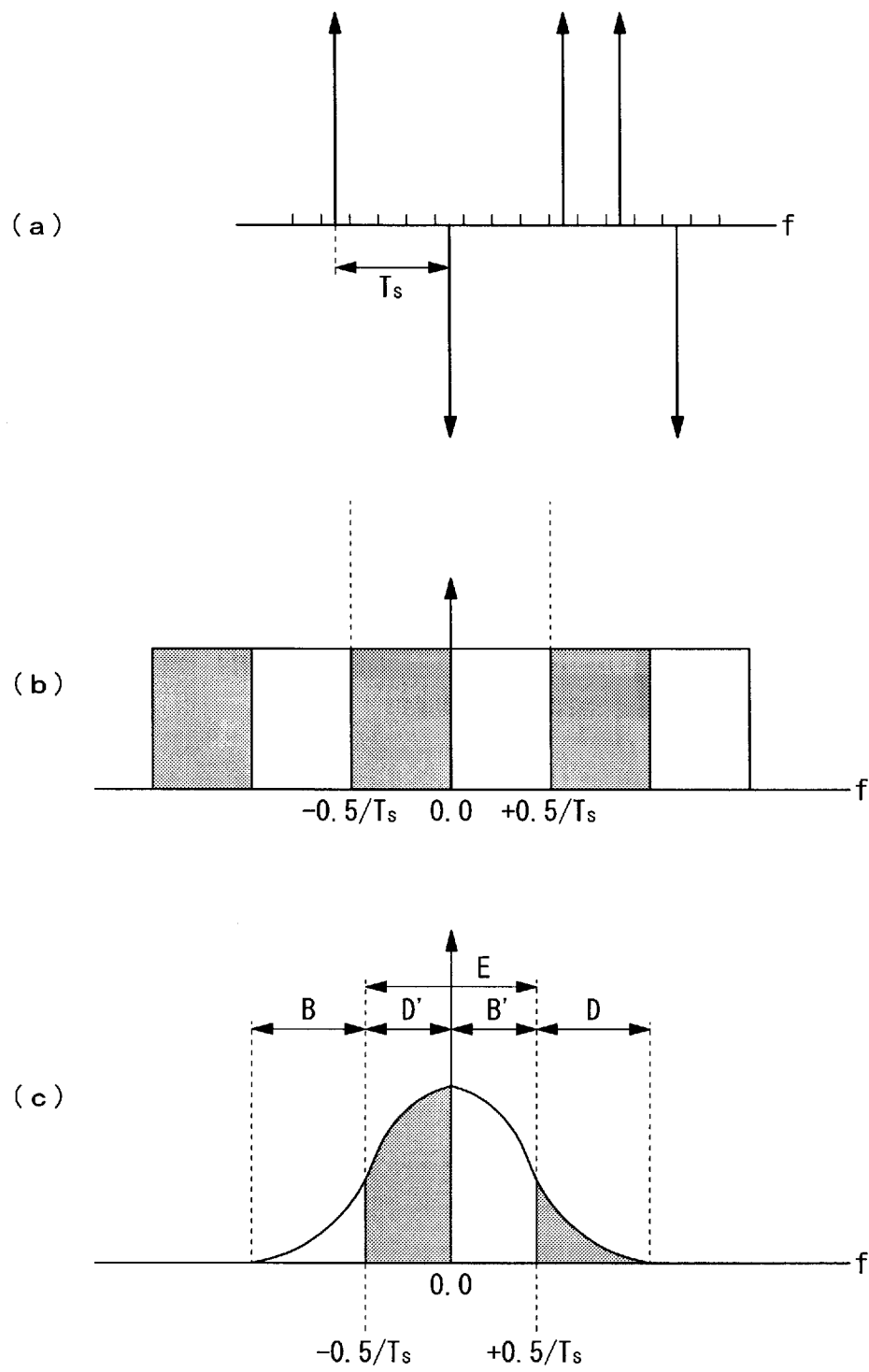
[図2]



[図3]

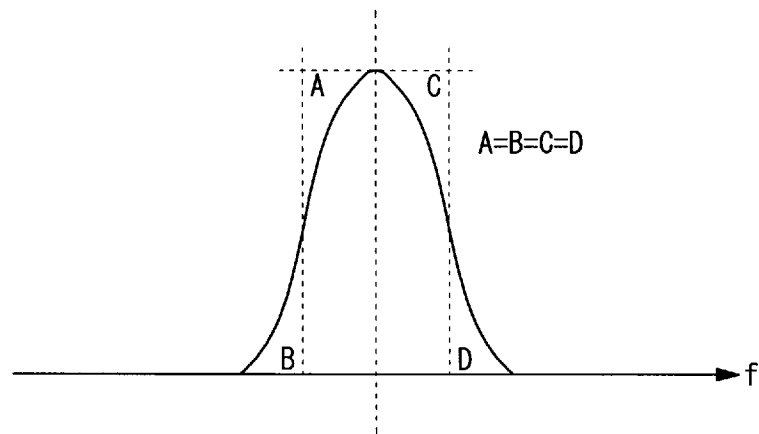


[図4]

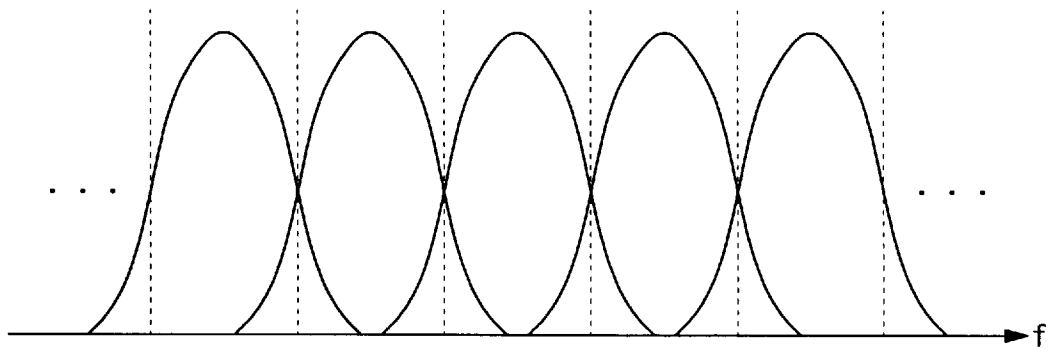


[図5]

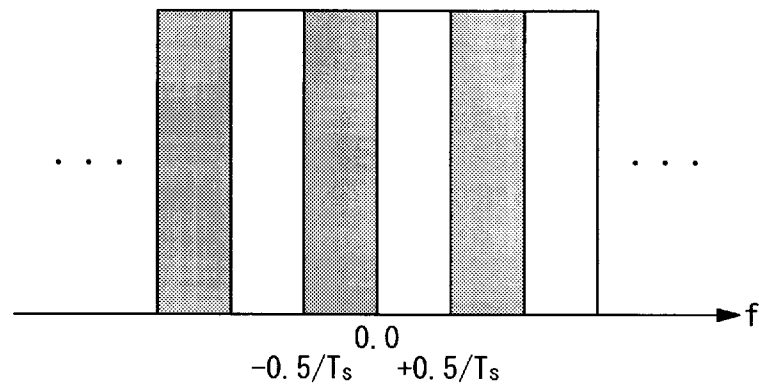
(a)



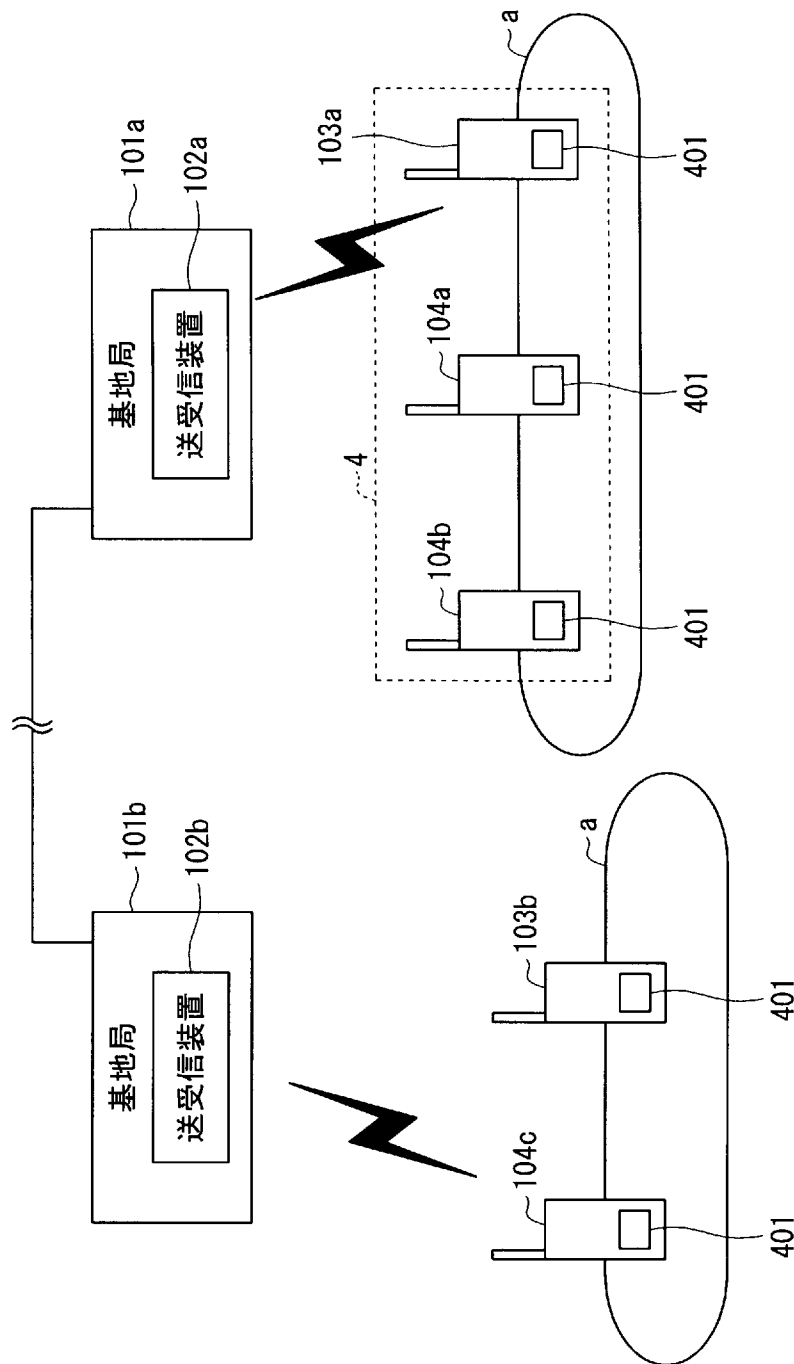
(b)



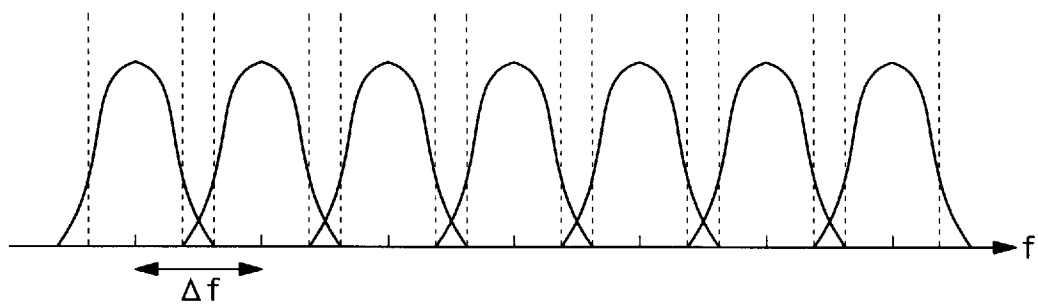
(c)



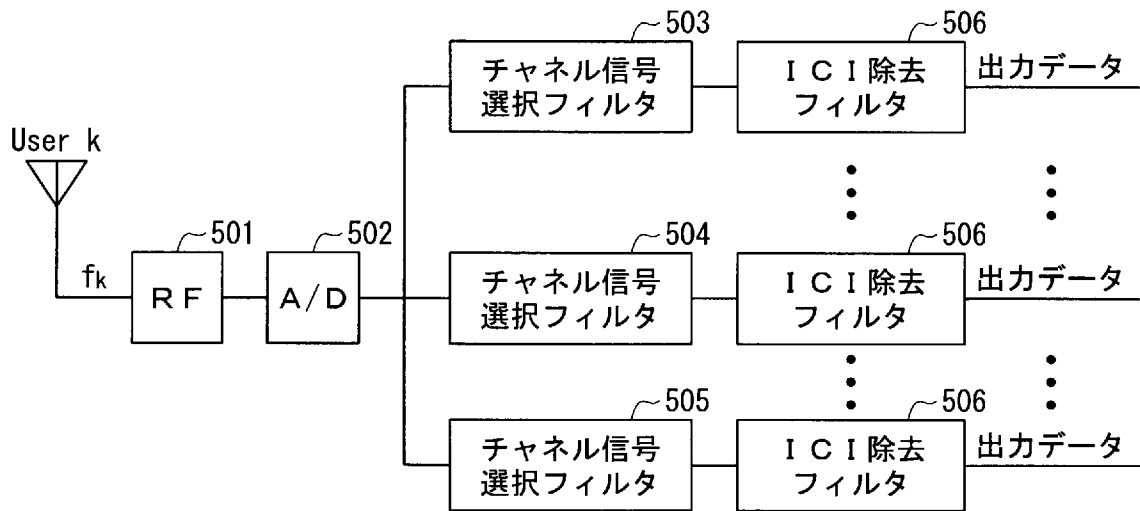
[図6]



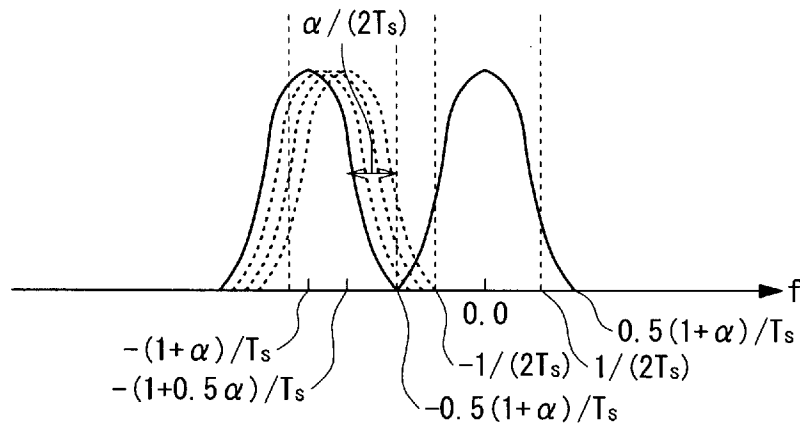
[図7]



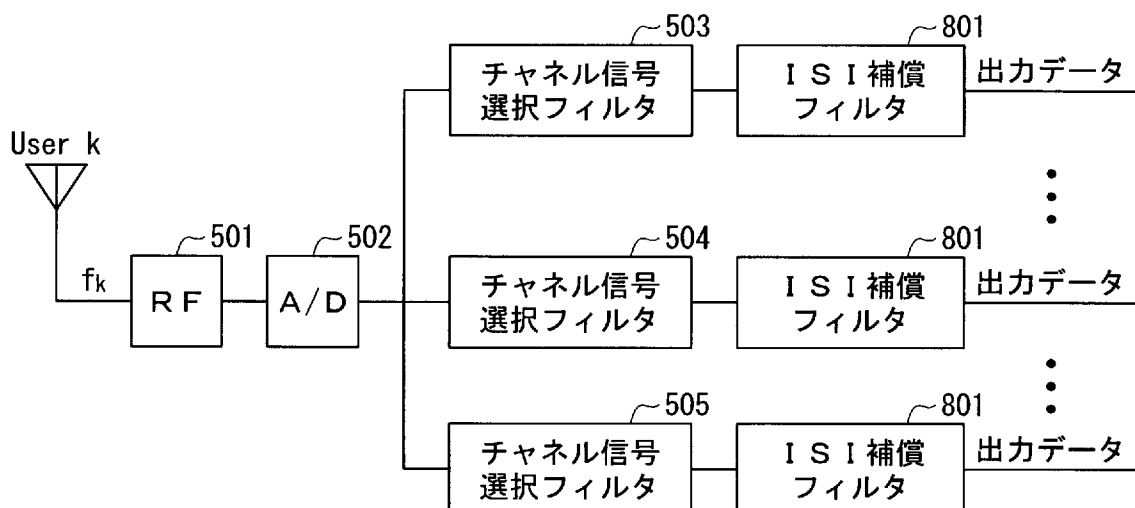
[図8]



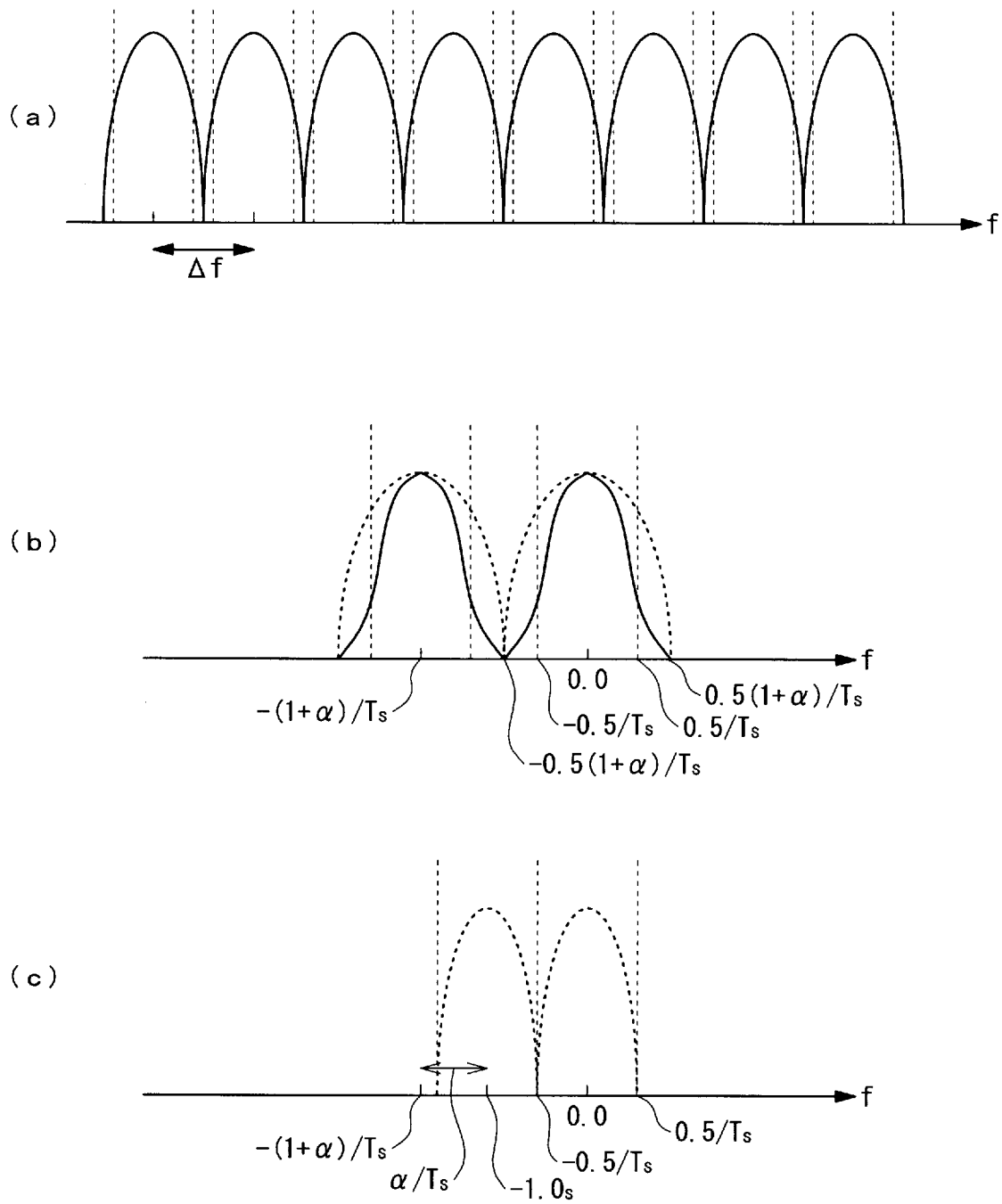
[図9]



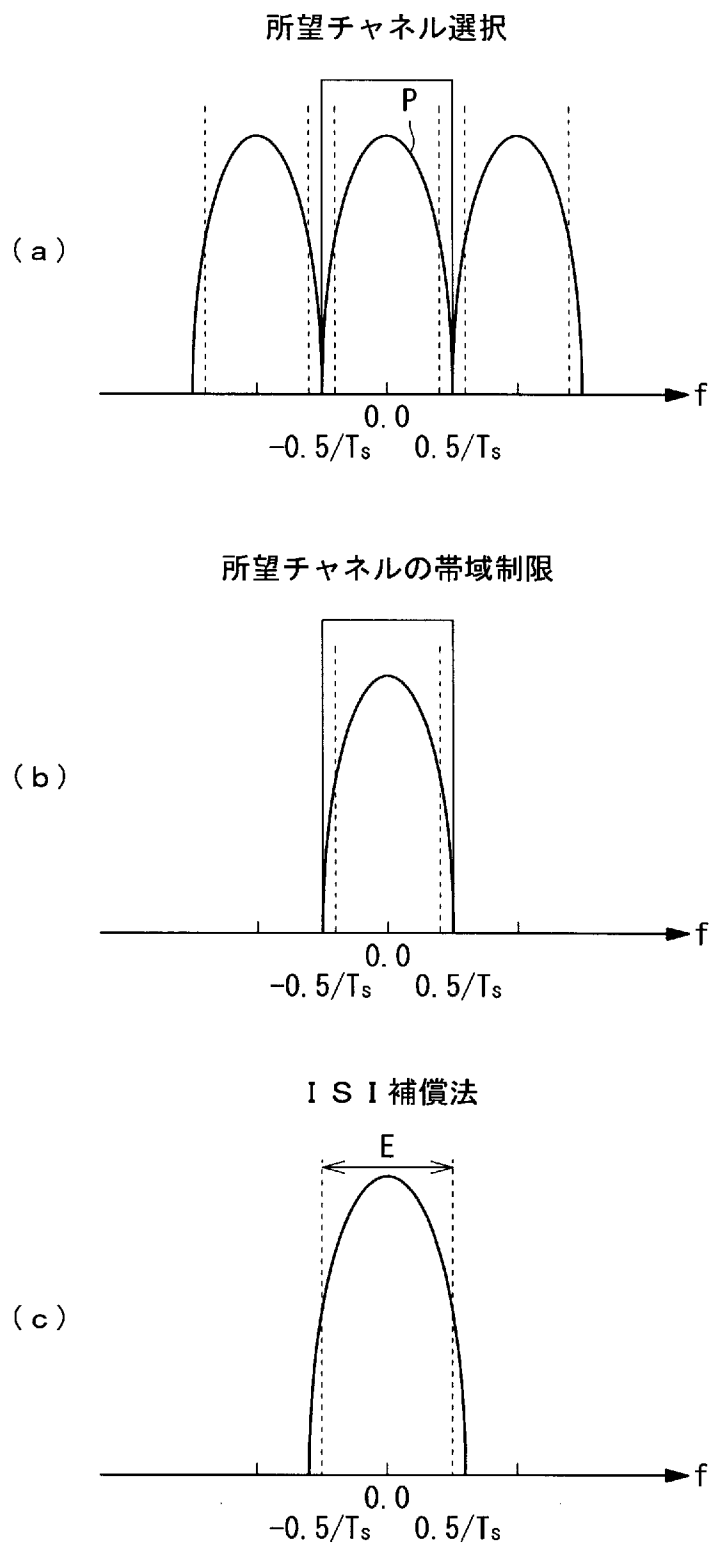
[図10]



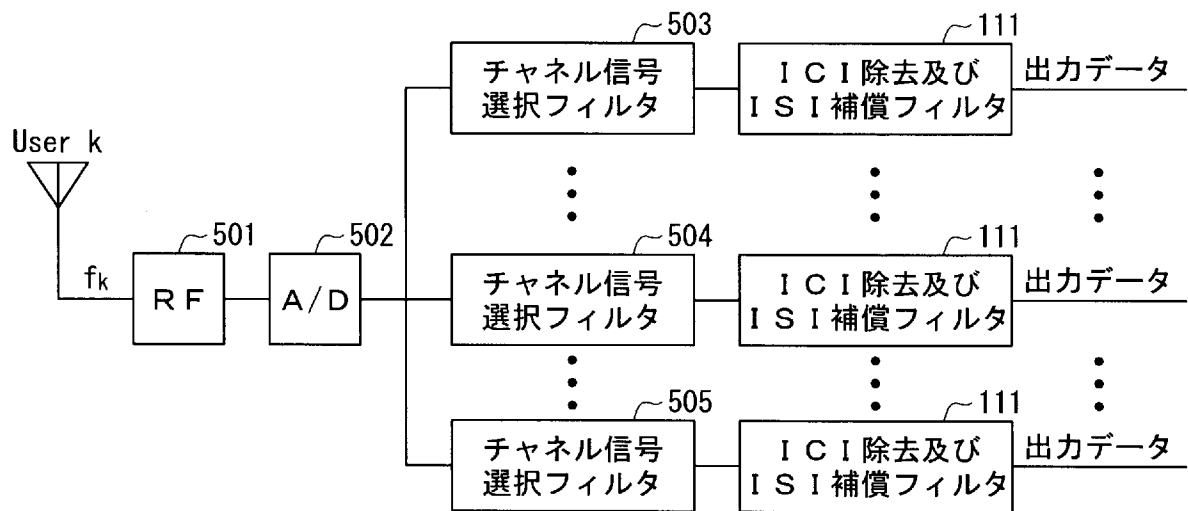
[図11]



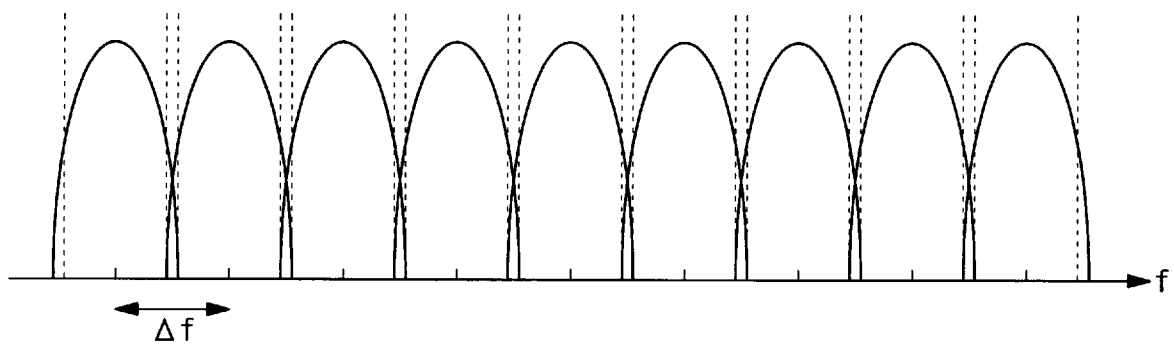
[図12]



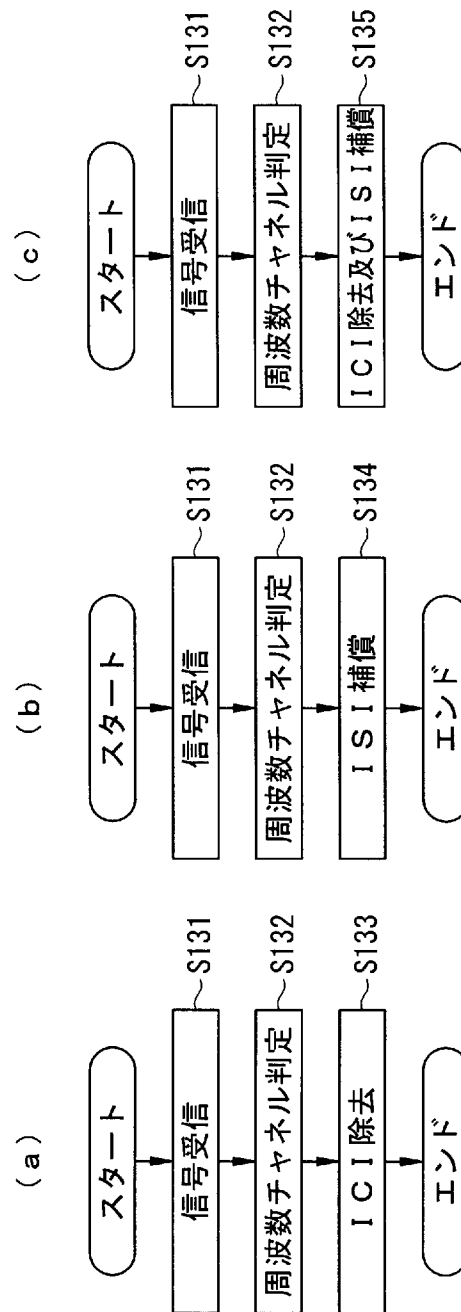
[図13]



[図14]



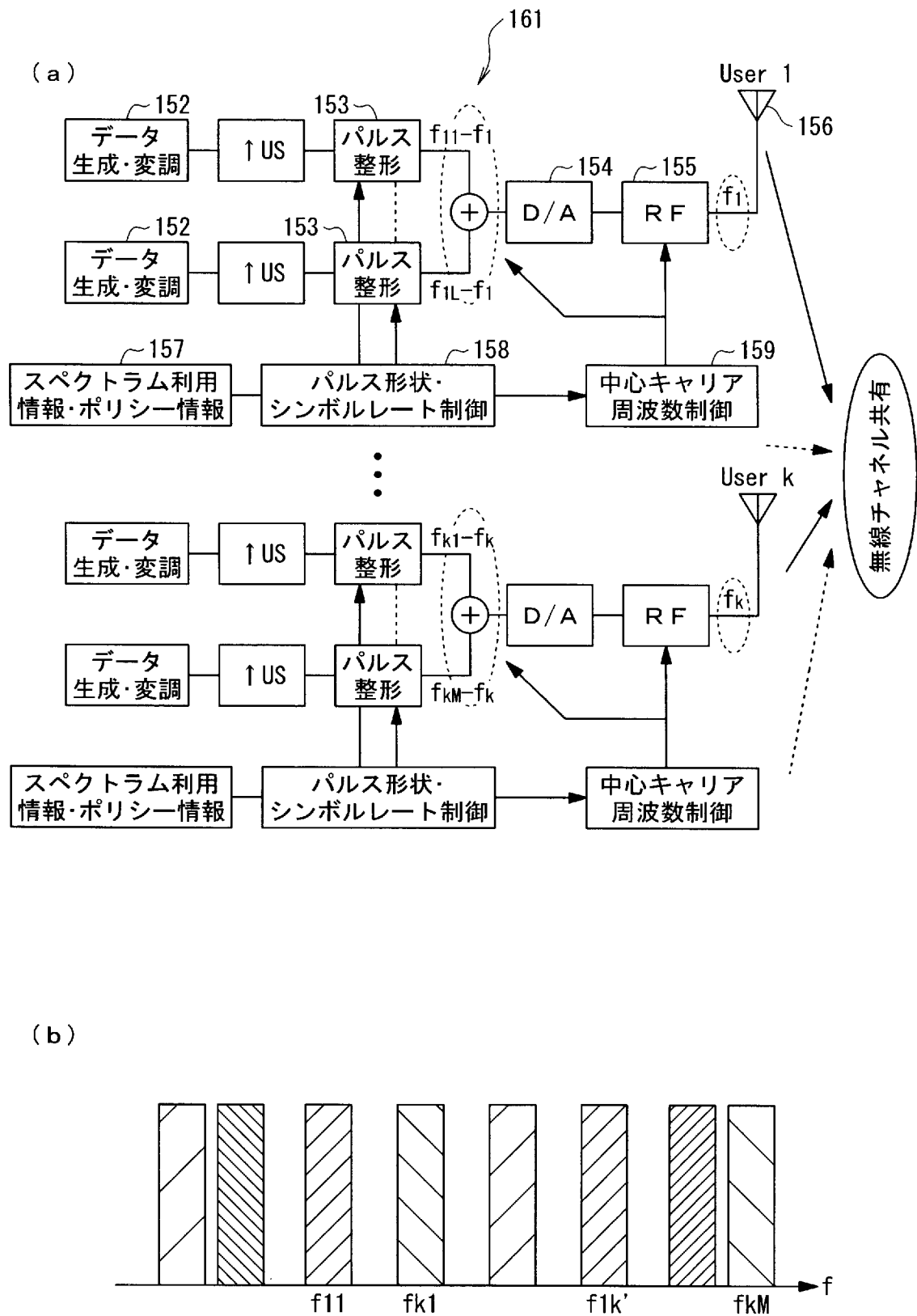
[図15]



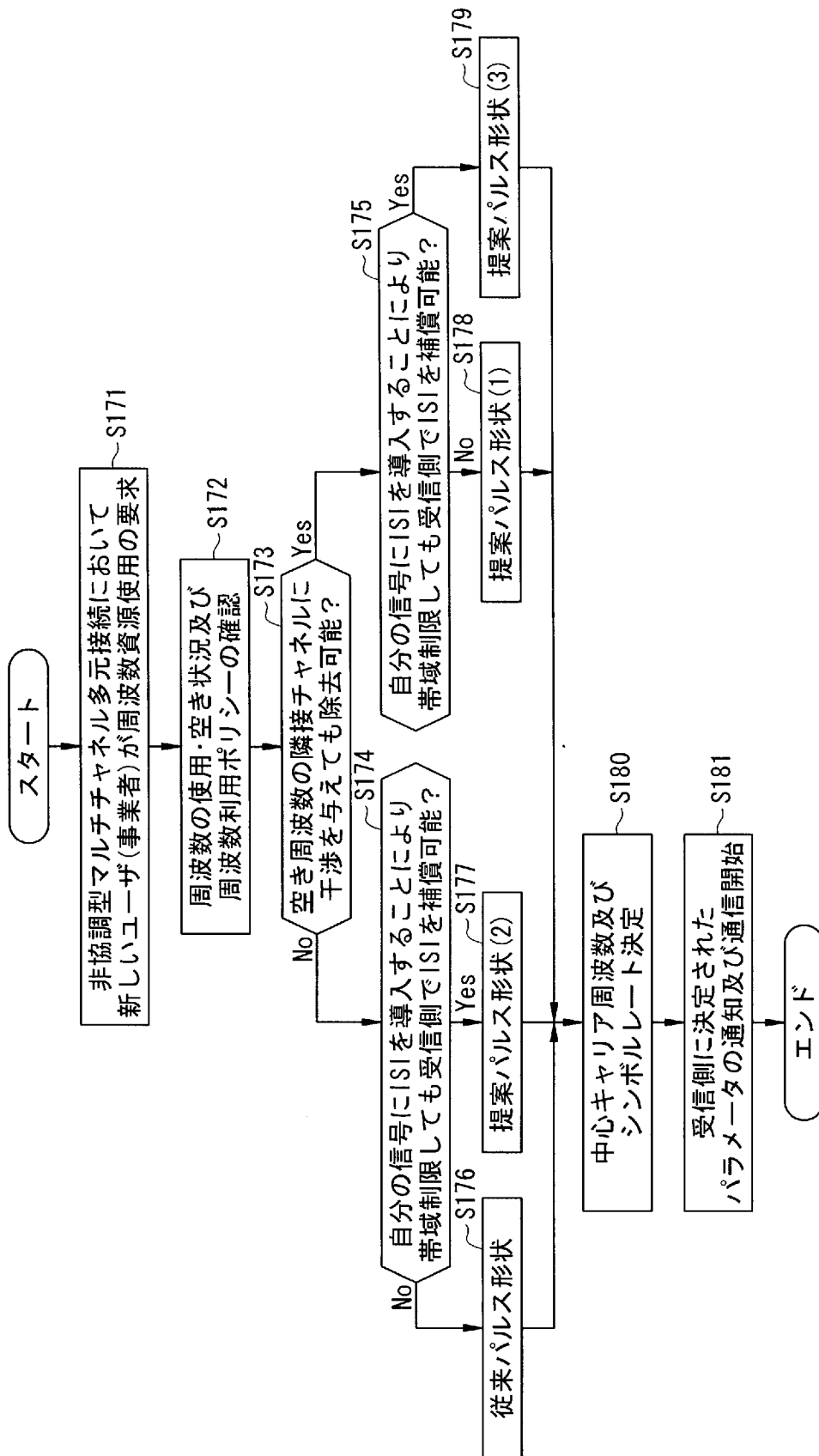
[図16]

	従来方式 1	従来方式 2	提案方式 1	提案方式 2	提案方式 3
周波数利用効率	小	中	中	大	大
パルスの時間分散	小	大	小	小	小
キャリア間干渉 (ICI)	なし	なし	あり (受信側で干渉除去)	なし	あり (受信側で干渉除去)
シンボル間干渉 (ISI)	ない	ない	なし	あり (受信側でISI補償)	あり (受信側でISI補償)

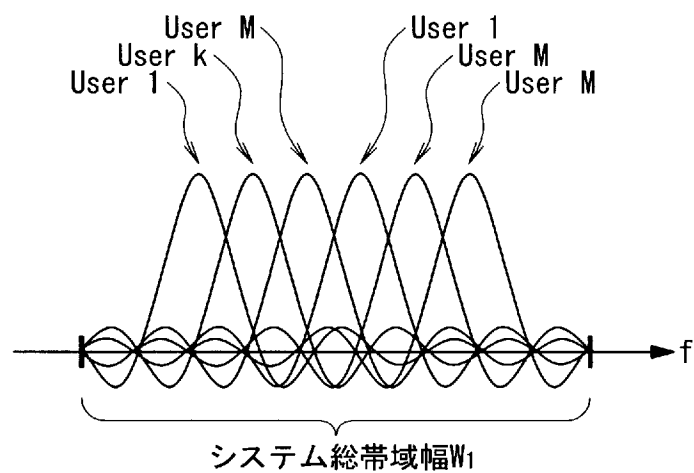
[図18]



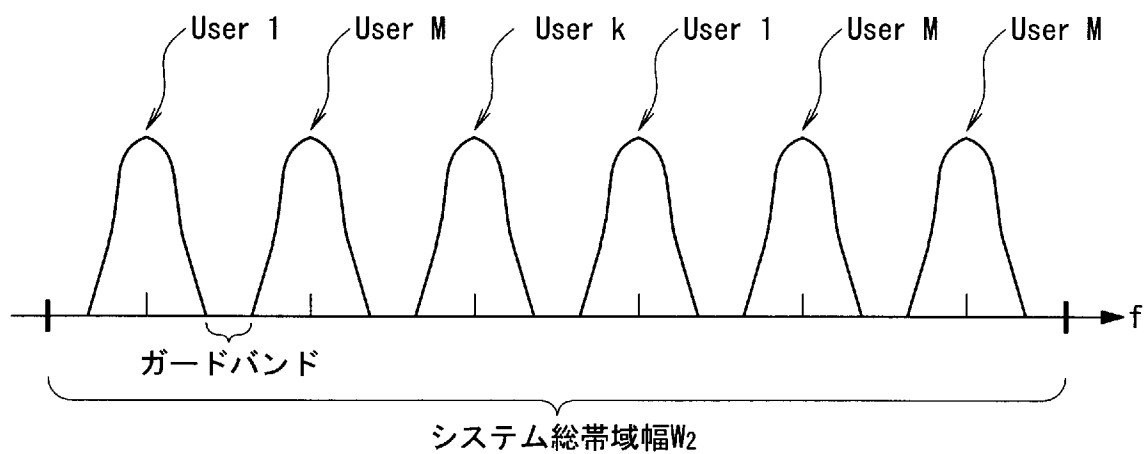
[図19]



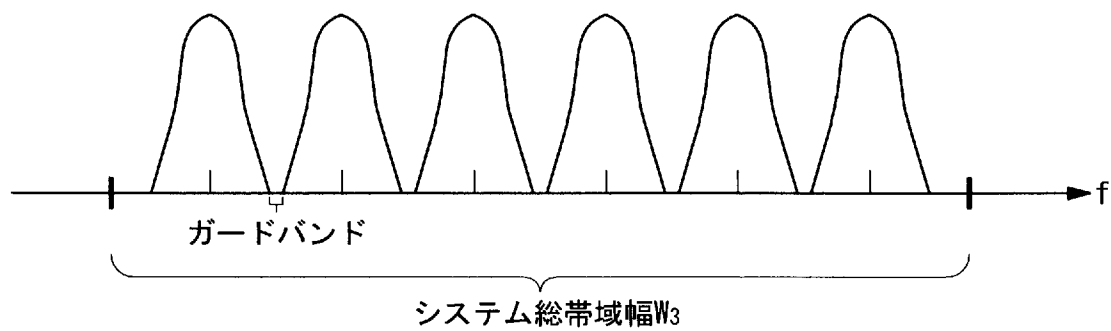
[図20]



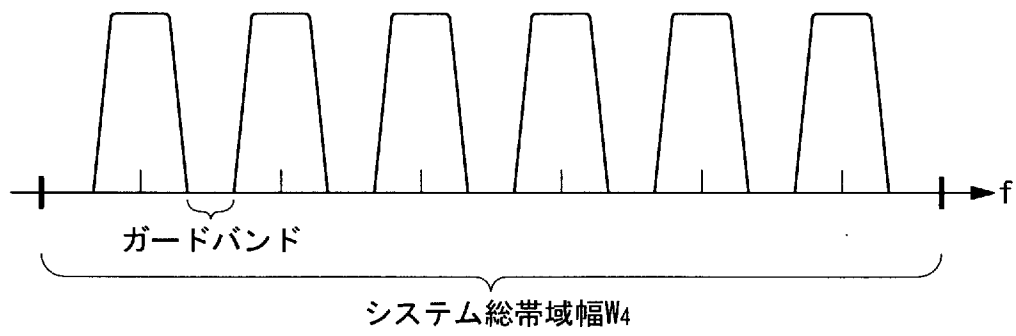
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/054504

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B1/10(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B1/10, H04J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-150485 A (NTT Mobile Communications Network Inc.), 02 June, 1999 (02.06.99), Full text; all drawings (Family: none)	1, 4, 5, 9, 11
X	JP 2005-79911 A (Fujitsu Ltd.), 24 March, 2005 (24.03.05), Full text; all drawings (Family: none)	2, 6, 7, 10, 12
X A	JP 2000-151530 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 30 May, 2000 (30.05.00), Full text; all drawings (Family: none)	4, 5 1-3, 6-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 June, 2008 (17.06.08)

Date of mailing of the international search report
01 July, 2008 (01.07.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. H04B1/10(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04B1/10, H04J11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-150485 A (エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社) 1999. 06. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 4, 5, 9, 11
X	JP 2005-79911 A (富士通株式会社) 2005. 03. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 6, 7, 10, 12
X A	JP 2000-151530 A (日本電信電話株式会社) 2000. 05. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4, 5 1-3, 6-13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 06. 2008

国際調査報告の発送日

01. 07. 2008

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 敬介

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

5W

9196